

Pliego de Condiciones

Recomendaciones para el diseño de planes de control de calidad en ejecución de refuerzos con fibra de carbono

CC-1

**BASF Construction Chemicals
España, S.L.**

Basters, 15
08184 Palau Solità i Plegamans

Tel. : +34 -93 - 862.00.00
Fax. : +34 -93 - 862.00.20

www.basf-cc.es


The Chemical Company

INDICE

1	DESCRIPCIÓN GENERAL	3
2	OBJETO	3
3	CONSIDERACIONES PREVIAS	3
4	CONTROL DE RECEPCIÓN DE MATERIALES	4
5	CONTROL DE LOS ACOPIOS	4
6	CONTROL DE EJECUCIÓN	4
6.1	Preparación del soporte.	4
6.2	Instalación de MBrace LAMINADO	5
6.3	Instalación de MBrace Hoja de fibra de carbono	6
7	CONTROL FINAL DE OBRA	6
7.1	Ensayo de adherencia (tap-test).	6
7.2	Ensayo de adherencia (pull-out).	7
7.3	Control de envases vacíos.	7
8	TABLAS DE COMPROBACIÓN EN OBRA	7

1 DESCRIPCIÓN GENERAL

En el siguiente documento se recogen las pautas a seguir para la realización de un control de calidad interno en los trabajos de refuerzos de estructuras con fibras de carbono MBrace.

Los controles a realizar, deberán establecerse conjuntamente por la Dirección facultativa de la obra, la empresa aplicadora y, eventualmente Bettor MBT, S.A. y suponen métodos de control internos y voluntarios, destinados al aseguramiento de la calidad en la aplicación del sistema de refuerzo.

2 OBJETO

El objeto del presente plan de calidad interno, es el de establecer unos criterios de recepción, manipulación y aplicación de los productos, acorde con la especialización requerida por los trabajos, y garantizando la realización de los mismos.

No se incluyen en este plan consideraciones respecto a la idoneidad del sistema o de la cantidad de fibra empleada, que habrán sido establecidas previamente en la fase de proyecto.

Las recomendaciones de este documento están basadas en los siguientes documentos:

- **The Concrete Society. Technical Report no. 57** "Strengthening concrete structures using fibre composite materials: acceptance, inspection and monitoring". 2003.
- **American Concrete Institute. ACI 440.2R** "Guide for the design and construction of externally bonded FRP systems for strengthening concrete structures". 2002.
- **CEB-FIP.** "Externally Bonded FRP reinforcement for RC structures". 2001.

3 CONSIDERACIONES PREVIAS

La dirección facultativa comprobará que el personal de la empresa aplicadora ha sido adecuadamente entrenado en la aplicación de refuerzos con fibra de carbono en general y en aplicación de resinas sintéticas en particular.

La dirección de la empresa aplicadora designará un responsable técnico de los trabajos, convenientemente especializado, el cual se responsabilizará del cumplimiento del presente plan de calidad.

Asimismo, Bettor MBT, mediante técnico cualificado, podrá personarse en los lugares de trabajo, a fin de complementar los trabajos de supervisión de calidad, con o sin previo aviso a la empresa aplicadora.

Se establecerá un método de toma de datos de fácil cumplimentación para que el responsable técnico de los trabajos designado por la empresa aplicadora pueda recoger los mismos de forma cómoda.

Toda la documentación y registros derivados de los trabajos de refuerzo se mantendrán archivados permanentemente con objeto de permitir la trazabilidad.

4 CONTROL DE RECEPCIÓN DE MATERIALES

Se solicitará y a la empresa fabricante y/o suministradora de los diferentes componentes del sistema la siguiente documentación:

- Copia de la certificación según ISO 9000.
- Copia de los ensayos de control de calidad de las partidas suministradas en la obra de cada uno de los materiales.

A la llegada del material a la obra se comprobarán y anotarán (aceptación o rechazo) los siguientes aspectos:

- Cómputo de las cantidades recibidas.
- Resinas:
 - Comprobación de la denominación de los mismos y de la correcta identificación de la totalidad de envases.
 - Comprobación de la fecha límite de uso de los materiales que deberá estar claramente indicada en cada uno de los envases.
 - Inspección visual del estado de los envases descartando aquellos que presenten roturas con pérdida de material.
- Hojas de fibra:
 - Comprobación de la identificación de la fibra (tipo, gramaje, etc) y de las dimensiones de los rollos.
 - Inspección visual del estado comprobando que no existe daño ni demadejamiento de la fibra.
- Laminado:
 - Inspección visual de la fibra comprobando que los laminados no sufren delaminaciones ni fisuras.
 - Comprobación de dimensiones.

5 CONTROL DE LOS ACOPIOS

Se comprobará que los materiales se almacenan agrupados según su identificación, a cubierto (protegidos del sol y de fuentes de calor) en lugar fresco y seco y en sus envases originales cerrados. Los materiales hidráulicos (si los hubiere) se acopiarán separados del terreno mediante listones de madera y protegidos de la lluvia y el rocío.

No se extraerán los envases de las cajas de envío hasta el momento de su empleo.

Al final de la jornada se realizará un cómputo del material acopiado, a fin de comprobar los materiales consumidos durante la jornada. Se asegurará especialmente la concordancia entre el número de componentes I y II para los materiales bicomponentes.

6 CONTROL DE EJECUCIÓN

6.1 Preparación del soporte.

Antes del inicio de los trabajos, se personará en obra personal cualificado de Bettor MBT o la empresa aplicadora, a fin de determinar la idoneidad del estado de la superficie sobre la que se aplicará el refuerzo. Se evaluarán las siguientes características:

6.1.1 Saneado del elemento a reparar.

Se controlará la no existencia de manchas, restos de pinturas antiguas o lechadas antiguas y que la superficie de hormigón está limpia, firme y rugosa.

En caso de ser necesario se redondearán las aristas con un radio mínimo de 10 mm.

6.1.2 Contenido de humedad.

La humedad residual del soporte será inferior al 4%. En caso de existir dudas sobre este valor, se realizarán determinaciones del contenido de humedad mediante aparato tipo CM-GERÄT o similar.

6.1.3 Temperatura del soporte.

Se comprobará que en el momento de la aplicación, la temperatura del soporte se encuentre por encima de +5°C.

6.1.4 Resistencia a tracción mínima del soporte.

Se comprobará que el soporte posee una resistencia mínima a tracción de 1,5 N/mm² para el caso de refuerzo con MBrace laminado y 1,0 N/mm² para el caso de refuerzo con MBrace Hoja de fibra.

Se realizará al menos una determinación de la resistencia a tracción del hormigón por cada 200 metros (lineales o cuadrados) de refuerzo a aplicar.

6.1.5 Planimetría.

Se verificará que se cumplen las siguientes condiciones de planimetría.

Tipo de EBR	Irregularidad (mm) permisible en 2 m	Irregularidad (mm) permisible 0,3 m
Laminado	10	4
Hoja de fibra	4	2

6.2 **Instalación de MBrace LAMINADO**

6.2.1 MBrace RESIN 50:

- Comprobación de la temperatura (superior a +5°C) y la humedad del soporte (inferior al 4%).
- Mezclado: se establecerá un tiempo mínimo de 3 minutos. Se realizará siempre con medios mecánicos.
- Utilización de útiles recomendados para el material.
- Se realizará el control de la cantidad de material aplicado. En ningún caso será inferior a 300 g/m² en superficies de hormigón y 180 g/m² en superficies metálicas.
- No se aceptará la realización de mezclas parciales.
- Caso de sobrepasarse los tiempos máximos de aplicación de los productos, se procederá a la aplicación de una nueva capa de material.

6.2.2 MBrace RESIN 220:

- Comprobación de la temperatura (superior a +5°C) y la humedad del soporte (inferior al 4%)
- Establecimiento del tiempo mínimo de espera de 90 minutos desde la aplicación de MBrace RESIN 50 y del máximo de 48 horas.

- Comprobación de la limpieza con disolvente libre de grasas de MBrace LAMINADO (en la cara que no está marcada)
- Comprobación de cantidad de material aplicado sobre el laminado (siempre inferior a 2 mm)
- Comprobación de la cantidad de material aplicado sobre el soporte (1-2 mm)
- Comprobación del rebose del material por todo el perímetro del laminado.
- Comprobación de la utilización de los útiles recomendados.
- No se aceptará la realización de mezclas parciales.
- Caso de sobrepasarse los tiempos máximos de los productos, se procederá a la aplicación de una nueva capa de material.

6.3 Instalación de MBrace Hoja de fibra de carbono

6.3.1 MBrace RESIN 50:

Comprobación de la temperatura (superior a +5°C) y la humedad del soporte (inferior al 4%).

Mezclado: se establecerá un tiempo mínimo de 3 minutos. Se realizará siempre con medios mecánicos.

Utilización de útiles recomendados para el material.

Se realizará el control de la cantidad de material aplicado. En ningún caso será inferior a 300 g/m² en superficies de hormigón y 180 g/m² en superficies metálicas.

No se aceptará la realización de mezclas parciales.

Caso de sobrepasarse los tiempos máximos de los productos, se procederá a la aplicación de una nueva capa de material.

6.3.2 MBrace SATURANTE:

Utilización de los útiles recomendados (llana, rastrillo de goma, rodillo...)

Comprobación de la aplicación de MBrace RESIN 55 (entre 0,5 y 48 horas después de MBrace RESIN 50).

Comprobación de la aplicación de la segunda capa de MBrace RESIN 55 (entre 0,5 y 48 horas desde la aplicación de la primera capa)

Comprobación de la visibilidad de las fibras negras de la hoja de fibra.

Comprobación de la cantidad de material aplicado. En ningún caso será inferior a 650 gr/m².

No se aceptará la realización de mezclas parciales.

Caso de sobrepasarse los tiempos máximos de los productos, se procederá a la aplicación de una nueva capa de material.

6.3.3 MBrace HOJA DE FIBRA

Se comprobará la colocación de la fibra estando aún fresco MBrace RESIN 55.

Se comprobarán las longitudes de solapes (mínimo 10 cm)

Se comprobará la longitud del soporte de papel de la parte posterior de la hoja de fibra retirado.

7 CONTROL FINAL DE OBRA

7.1 Ensayo de adherencia (tap-test).

Se comprobará mediante golpeteo continuado la presencia de zonas huecas (sonido sordo al impacto). Se señalarán las zonas afectadas.

En caso de apreciarse zonas con faltas de adherencia en laminados, deberán repararse por inyección o en caso necesario repetirse el proceso de instalación.

En caso de apreciarse zonas con fallos de adherencia en la instalación de Hojas de fibra se aplicarán los siguientes criterios:

- Inferiores a 12 cm² serán permisibles y no se repararán si:
 - Área afectada es inferior al 5% del total.
 - La distribución no supera las 10 por m².
- Hasta 160 cm² podrán repararse por inyección de resina.
- Más de 160 cm² deberán cortarse y repararse.

7.2 Ensayo de adherencia (pull-out).

Durante la ejecución se realizarán muestras de sacrificio en zonas contiguas a las del refuerzo aplicado con objeto de realizar ensayos representativos de adherencia sin dañar el refuerzo.

Estas muestras consistirán en tiras de 20 cm de laminado o de Hoja de fibra instaladas sobre una zona de soporte contigua y con las mismas características y tratamiento que el destinado a recibir el refuerzo, empleando porciones de mezclas de resina preparadas para la instalación del refuerzo.

Sobre estas muestras de sacrificio se realizarán ensayos de adherencia a razón de al menos:

- Una determinación por cada 100 ml de laminado
- Una determinación por cada 100 m² de refuerzo con hoja de fibra.
- No menos de una determinación por obra y tipo de refuerzo (laminado u hoja de fibra).

Deberán obtenerse valores de rotura por lo menos de 1,5 N/mm² y puntos de rotura homogéneos y al menos 90% dentro del soporte.

7.3 Control de envases vacíos.

Antes de la retirada de obra de los envases utilizados, se procederá a su inspección, en la que se observará:

- Concordancia en número de envases utilizados de materiales bicomponentes.
- Ausencia de restos significativos de material en los envases bicomponentes.
- Endurecimiento total del material mezclado restante en los envases.

8 TABLAS DE COMPROBACIÓN EN OBRA

Durante la realización de los trabajos de refuerzos de estructuras con el sistema MBrace, se realizará el control de las características y actuaciones especificadas, cumplimentándose los apartados de las tablas que aparecen en las páginas siguientes:

RECEPCIÓN Y ACOPIOS	EVALUACIÓN	
	<i>Especificación</i>	<i>Valor</i>
RECEPCIÓN		
Identificación envases	<i>Correcta en todos</i>	
Estado de envases de resinas	<i>Completo sin pérdidas</i>	
Fecha límite de uso de los productos	<i>Mínimo 1 mes extra</i>	
Identificación fibra	<i>Correcta en todos</i>	
Estado de la fibra	<i>Sin daños</i>	
Dimensiones de laminados	<i>Según especificación</i>	
Espesor de laminados	<i>Nominal $\pm 0,1$ mm</i>	
ACOPIOS		
Agrupación	<i>Según identificación</i>	
Localización del acopio	<i>A cubierto</i>	

PREPARACIÓN DEL SOPORTE	EVALUACIÓN	
	<i>Especificación</i>	<i>Valor</i>
Presencia de pinturas, manchas o lechadas	<i>Sin restos</i>	
Rugosidad de la superficie	<i>0,2 - 1 mm</i>	
Planimetría Laminado	<i>10 mm (regla 2 m)</i>	
Planimetría Laminado	<i>4 mm (regla 30 cm)</i>	
Planimetría Hoja de fibra	<i>4 mm (regla 2 m)</i>	
Planimetría Hoja de fibra	<i>2 mm (regla 30 cm)</i>	
Redondeado de aristas	<i>Mínimo radio 10 mm</i>	

PREPARACIÓN DEL SOPORTE	EVALUACIÓN	
	<i>Especificación</i>	<i>Valor</i>
Temperatura del soporte	<i>mínimo + 5°C</i>	
Contenido en humedad del soporte	<i>máximo 4%</i>	
Resistencia a tracción del soporte	<i>mínimo 1 N/mm²</i>	
	<i>mínimo 1,5 N/mm²</i>	

APLICACIÓN MBrace LAMINADO	EVALUACIÓN	
	Especificación	Valor
MBrace RESIN 50 (Imprimación)		
Temperatura del soporte en el momento de la aplicación	<i>mínimo +5°C</i>	
Temperatura ambiental en el momento de la aplicación	<i>mínimo +10°C</i>	
Tiempo de mezclado	<i>mínimo 3 minutos</i>	
Útiles empleados	<i>brocha o rodillo</i>	
Consumo medio	<i>mínimo 300 g/m²</i>	
MBrace RESIN 220 (I) (Adhesivo)		
Temperatura del soporte en el momento de la aplicación	<i>mínimo +5°C</i>	
Temperatura ambiental en el momento de la aplicación	<i>mínimo +10°C</i>	
Tiempo de mezclado	<i>mínimo 3 minutos</i>	
Útiles empleados	<i>espátula cóncava.</i>	
Intervalo desde aplicación MBrace RESIN 50	<i>entre 1,5 y 48 horas</i>	
Aplicación sobre el soporte	<i>si</i>	
Aplicación sobre el laminado	<i>si</i>	
Espesor aplicado	<i>máximo 3 mm</i>	
MBrace LAMINADO		
Limpieza con disolvente exento de grasas	<i>si</i>	
Orientación	<i>Adh. por cara rugosa</i>	
Material aplicado rebosa por el perímetro	<i>si</i>	

APLICACIÓN MBrace HOJA DE FIBRA	EVALUACIÓN	
	Especificación	Valor
MBrace RESIN 50 (Imprimación)		
Temperatura del soporte en el momento de la aplicación	<i>mínimo +5°C</i>	
Temperatura ambiental en el momento de la aplicación	<i>mínimo +10°C</i>	
Tiempo de mezclado	<i>mínimo 3 minutos</i>	
Útiles empleados	<i>brocha o rodillo</i>	
Consumo medio	<i>mínimo 300 g/m²</i>	
MBrace RESIN 55 (Saturante)		
Temperatura del soporte en el momento de la aplicación	<i>mínimo +5°C</i>	
Temperatura ambiental en el momento de la aplicación	<i>mínimo +10°C</i>	
Tiempo de mezclado	<i>mínimo 3 minutos</i>	
Útiles empleados	<i>brocha o rodillo</i>	
Intervalo desde aplicación MBrace RESIN 50	<i>entre 0,5 y 48 horas</i>	
Intervalo entre capas	<i>aprox. 30 minutos</i>	
Consumo medio	<i>mínimo 650 g/m²</i>	
MBrace HOJA DE FIBRA		
Visibilidad de la fibra	<i>si</i>	
Longitud de solapes longitudinales	<i>mínimo 10 cm</i>	
Longitud de solapes transversales	<i>0 cm</i>	

CONTROL DE MATERIALES Y CONSUMOS: INSTALACIÓN DE LAMINADO

	Fecha de recepción	Cantidad recepcionada
MBrace RESIN 50 Comp. I		
MBrace RESIN 50 Comp. II		
MBrace RESIN 220 (I) Comp. I		
MBrace RESIN 220 (I) Comp. II		
MBrace LAMINADO		

CONTROL DE ACOPIOS	Fecha de aplicación 1	Fecha de aplicación 2	Fecha de aplicación 3	Fecha de aplicación 4
MBrace RESIN 50 Comp. I				
MBrace RESIN 50 Comp. II				
MBrace RESIN 220 (I) Comp. I				
MBrace RESIN 220 (I) Comp. II				
MBrace LAMINADO				

CONTROL DE CONSUMOS	Fecha de aplicación 1	Cantidad aplicada	Superficie tratada	Consumo
MBrace RESIN 50				
MBrace RESIN 220 (I)				
MBrace LAMINADO				

CONTROL DE CONSUMOS	Fecha de aplicación 2	Cantidad aplicada	Superficie tratada	Consumo
MBrace RESIN 50				
MBrace RESIN 220 (I)				
MBrace LAMINADO				

CONTROL DE CONSUMOS	Fecha de aplicación 3	Cantidad aplicada	Superficie tratada	Consumo
MBrace RESIN 50				
MBrace RESIN 220 (I)				
MBrace LAMINADO				

CONTROL DE CONSUMOS	Fecha de aplicación 4	Cantidad aplicada	Superficie tratada	Consumo
MBrace RESIN 50				
MBrace RESIN 220 (I)				
MBrace LAMINADO				

CONTROL DE MATERIALES Y CONSUMOS: INSTALACIÓN DE HOJA FC

	Fecha de recepción	Cantidad recepcionada
MBrace RESIN 50 Comp. I		
MBrace RESIN 50 Comp. II		
MBrace RESIN 55 Comp. I		
MBrace RESIN 55 Comp. II		
MBrace HOJA DE FC		

CONTROL DE ACOPIOS	Fecha de aplicación 1	Fecha de aplicación 2	Fecha de aplicación 3	Fecha de aplicación 4
MBrace RESIN 50 Comp. I				
MBrace RESIN 50 Comp. II				
MBrace RESIN 55 Comp. I				
MBrace RESIN 55 Comp. II				
MBrace HOJA DE FC				

CONTROL DE CONSUMOS	Fecha de aplicación 1	Cantidad aplicada	Superficie tratada	Consumo
MBrace RESIN 50				
MBrace RESIN 55				
MBrace HOJA DE FC				

CONTROL DE CONSUMOS	Fecha de aplicación 2	Cantidad aplicada	Superficie tratada	Consumo
MBrace RESIN 50				
MBrace RESIN 55				
MBrace HOJA DE FC				

CONTROL DE CONSUMOS	Fecha de aplicación 3	Cantidad aplicada	Superficie tratada	Consumo
MBrace RESIN 50				
MBrace RESIN 55				
MBrace HOJA DE FC				

CONTROL DE CONSUMOS	Fecha de aplicación 4	Cantidad aplicada	Superficie tratada	Consumo
MBrace RESIN 50				
MBrace RESIN 55				
MBrace HOJA DE FC				